

文章编号: 1001-1498(2006)06-0729-05

华山松球果生命表研究^{*}

舒金平¹, 潘涌智^{2*}

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 西南林学院保护生物学学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 华山松是我国西南地区重要的造林树种之一, 其球果从雌球花到球果木质化完成的整个发育过程中受到多种生物和非生物因素的影响。在云南省楚雄市紫溪山林场采种基地内球果死亡率达到 47.6%, 先后有败育、虫害、机械损失、冻害和鼠害 5 种致死因子导致华山松球果的脱落死亡。在 5 个致死因子中, 虫害的致死力最强, 致使球果死亡率达 27.2%。由于虫害而损失的球果是其它致死因子造成落果总数的 1.33 倍。在种子园内造成落果的害虫主要有 5 种, 1 年生球果发育阶段, 以球果花蝇和球果瘿蚊占主导地位; 2 年生球果发育阶段, 微红梢斑螟的危害是造成落果的主要原因。

关键词: 华山松; 球果害虫; 球果生命表

中图分类号: S791.241

文献标识码: A

Study on Cone Life Table of *Pinus amandii*

SHU Jin-ping¹, PAN Yong-zhi²

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: *Pinus amandii* is one of important trees for afforestation in Southwest China, and the development of cones from the stage of bud burst to cone lignification are interfered by many biotic and abiotic factors. The cone life table of *P. amandii* was built based on systematical tracking observation to the whole life history of the cone in Zixi Mountain Forest Base in Chuxiong City, Yunnan Province. During the whole growth phases from bud burst to cone lignification, the cone death percent is 47.6%. Runtishness, pest damage, mechanical loss, frost and rat damage are the 5 fatal factors that result in the death and loss of cone. Among the 5 factors, pest damage is an important and key factors which is the most effective that makes the death rate of cones to be 27.2%. The cone loss because of pest damage is 1.33 times more than that because of other factors. There are 5 important species in the *P. amandii* seed orchard. The damage of *Strobilomyia* sp. and *Ressellile* sp. was dominant during the growth phases of 1-year-old cone, and the damage of *Diorystria rubella* was the key factor which led to the cone death during the growth periods of 2-year-old cone.

Key words: *Pinus amandii*; cone and seed insects; cone life table

收稿日期: 2006-01-04

基金项目: 云南省科技厅应用基础研究基金资助项目 (2000C0056M)

作者简介: 舒金平 (1979—), 男, 湖北武汉人, 硕士, 研究实习员, 主要从事昆虫生态和有害生物综合治理研究. E-mail: shu_jinping@yaho.com.cn

* 本文为作者在西南林学院学习时的研究内容。云南省楚雄州紫溪山林场工作人员、西南林学院林业 99 届毕业生罗丽等在野外调查和数据收集上给予了大量帮助, 谨致谢忱。

* * 通讯作者: 潘涌智, 教授, 硕士生导师. E-mail: p8926331@public.km.yn.cn

球果生命表是研究生物因子和非生物因子对球果生长发育、球果及种子损失影响的重要手段。通过对球果生活史的观测,掌握种实害虫主要种类,确定主要致死因子及其危害时期,为适时防治提供科学依据。国内外学者在此方面做了大量研究。1970年, Harcourt就提出球果生命表是研究种实害虫的一种重要工具^[1]。Prevost采用球果生命表的方法对黑云杉(*Picea mariana* (Mill.) B. S. P.)、美洲落叶松(*Larix laricina* (Du Roi) Koch)的种实害虫的种类、季节消长规律和危害状况进行了研究,并提出了防治措施^[2,3]。我国先后对各地种子园内油松(*Pinus tabulaeformis* Carr)、落叶松(*Larix* spp.)、黄山松(*P. taiwanensis* Hayata)、杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)、青海云杉(*Picea crassifolia* Kom.)等针叶树的球果生命表进行了研究^[4-8]。

华山松(*P. amandii* Franch)是我国西南地区重要的造林树种之一,随着长江中上游防护林工程、天然林保护工程及退耕还林工程的相继启动、实施,华山松以其更新容易、生长快、经济价值高等特点成为众多地区造林的首选树种,对优良华山松种子的需求日益增大。华山松主要依靠种子繁殖,但由于生物和非生物因素的影响造成华山松种子产量和质量降低,严重影响了绿化造林和迹地更新的进程。对华山松球果生命表的研究尚未见报道。为明确造成华山松种子产量和质量低下的原因,提高华山松种子生产管理,作者于2002—2003年在云南省楚雄市紫溪山华山松种子园对华山松球果生命表进行了研究。

1 材料与方法

1.1 调查地概况

调查样地选择在云南省楚雄州紫溪山华山松种子园(24°59'03"~25°04'02"N, 101°23'01"~101°26'56"E),海拔2100~2400 m。气候属中亚热带高原季风气候,全年温和湿润,年平均相对湿度达80%。年平均气温12.1~14.9℃。种子园面积30 hm²,共分为6个大区,林龄15~17 a,正处于结实期,平均结实量20个·株⁻¹。

1.2 种实害虫种类及其危害情况调查

定期从林间采集新受害雌、雄球花序枝和1、2年生受害、枯落球果解剖观察,记录雌球花及1、2年生球果生长发育及被害情况,鉴定种实害虫种类,结合室内饲养,记录各种实害虫的危害时期和危害

特征^[9]。

1.3 华山松球果生命表调查^[4-8]

在样地内选择生长发育和结实正常的华山松30株作为标准树。每株标准树分东、南、西、北4个方位,上、中、下3个层次选定8~12枝标准枝,于2002年4月下旬在雌球花上按单雌球花挂牌标记标准果。从雌球花出现开始,定期检查标准花、果,记录雌球花和1、2年生球果死亡、枯落、丢失的数量,通过解剖检查,结合室内鉴定,分析其致死因子。球果采收前,将标准枝上存活的球果全部采下,统计保留球果数量和球果受害率。以最初标记的标准果为基础,分别计算雌球花和1、2年生球果的死亡率。统计不同发育阶段球果损失情况及危害虫种,分析生物因子和非生物因子对球果损失的影响,编制华山松球果生命表。

1.4 致死力(K值)分析

致死力计算公式^[10]: $K_i = \lg(1/S_i)$

其中, K_i 为第*i*次调查的致死力(K值), S_i 为第*i*次调查的存活率。

$$\text{总 } K \text{ 值: } K = \sum_{i=1}^n K_i$$

2 结果与分析

2.1 华山松种实害虫种类调查

通过林间调查和鉴定获知,侵害华山松雌、雄球花和1、2年生球果的种实害虫有7种,隶属于4目5科5属(表1)。种实害虫危害贯穿于华山松球果发育的始终,在球果不同的发育阶段,危害虫种不尽相同,且所取部位也不同(表2),球花、种鳞、果轴及种子都可能遭受危害。

表1 危害华山松种实的害虫调查

项目	同翅目 (Homoptera)	双翅目 (Diptera)	鞘翅目 (Coleoptera)	鳞翅目 (Lepidoptera)	总计
科	1	2	1	1	5
属	1	2	1	1	5
种	1	2	1	3	7

由表1可知:危害华山松种实的7种害虫中,鳞翅目害虫种类最多,占到42.86%,其次是双翅目,占28.57%,最少的是鞘翅目和同翅目害虫,各仅1种。表2表明:危害华山松雄球花的害虫仅1种,危害1年生球果的有5种,危害2年生球果的有4种,且华山松种实害虫危害在时间和空间上存在异质性。

表 2 华山松种实害虫的危害特征

虫种	危害部位	危害特征
松叶甲 (<i>Cleoponus</i> sp.)	雄球花	受害雄花序呈僵枯状
华山松球蚜 (<i>Pineus piniamandii</i> Zhang)	1、2年生球果种鳞、果柄	虫体群集于球果、果轴表面危害,果鳞、果柄干枯变色。受害果发育缓慢,果柄瘦小,可造成 1年生球果脱落;诱发煤污病
球果花蝇 (<i>Strobilomyia</i> sp.)	1年生球果种鳞	蛀孔和果内坑道不明显。受害果干枯,仅残存僵硬种鳞或果外大量流脂
球果瘿蚊 (<i>Ressellile</i> sp.)	1年生球果种鳞	果表蛀孔不明显,但大量流脂,受害种鳞变色
微红梢斑螟 (<i>Dioxyctria rubella</i> Hampson)	1、2年生球果种鳞、种子、果轴	蛀孔较大,呈圆柱形,直径约 1.8 mm。蛀孔外堆积棕黄色粪粒,无凝脂,受害部位鳞片变色。果内坑道明显,充满棕黄色粪粒
云南松梢斑螟 (<i>D. yuennanella</i> Caradja)	1、2年生球果种鳞、种子、果柄	蛀孔外紫红色流脂粘附虫粪和蛀屑,形成球状。受害部位鳞片变色,果内坑道明显,充满虫粪,直径约 1.4 mm
松果梢斑螟 (<i>D. pryeri</i> Rognot)	2年生球果种鳞	蛀孔明显,直径约 2.1 mm,蛀孔外粘附浅绿色虫粪

2.2 华山松球果生命表

2002—2003年,观察记录了华山松从雌球花出现到种子成熟整个发育过程中球果损失的数据及造

成落果的致死因子,分析了各自的致死能力,并编制了华山松球果生命表(表 3)。

表 3 2002—2003年 1、2年生华山松球果生命表

发育时间 (年 月 日)	起始球 果数	致死因子	死亡 果数	死亡率 /%	存活率 /%	累计死亡 率/%	残存率 /%	致死力 K值
2002-04-21 ~ 05-20 雌球花期	460	败育	45	9.8				0.044 71
		虫害 (Dy + P)	7	1.5				0.006 66
		机械损失	4	0.9				0.003 79
	小计		56	12.2	87.8	12.2	87.8	0.056 38
05-21 ~ 07-24 种鳞生长期	404	虫害 (S + R + P + Dr)	30	7.4				0.033 51
		机械损失	18	4.5				0.019 76
		小计	48	11.9	88.1	22.6	77.4	0.054 93
07-25 ~ 09-16 种鳞生长期	356	虫害 (S + R + Dr)	60	16.8				0.080 16
		机械损失	4	1.1				0.004 91
		小计	64	18.0	82.0	36.5	63.5	0.086 07
09-17 ~ 11-20 种鳞生长期	292	虫害 (S + R + Dr)	15	5.1				0.022 90
		机械损失	1	0.3				0.001 49
		小计	16	5.5	94.5	40.0	60.0	0.024 47
2002-11-21 ~ 2003-01-19 种鳞生长期	276	冻害	8	2.9				0.012 77
		机械损失	10	3.6				0.016 03
		小计	18	6.5	93.5	43.9	56.1	0.029 29
01-20 ~ 03-24 种子发育期	258		0	0	100.0	43.9	56.1	0.000 00
03-25 ~ 05-10 种子发育期	258	虫害 (Dy)	5	1.9				0.008 50
		小计	5	1.9	98.0	45.0	55.0	0.008 50
05-11 ~ 07-15 种子发育期	253	虫害 (Dr + Dy)	8	3.2				0.013 95
		机械损失	1	0.4				0.001 72
		小计	9	3.6	96.4	47.0	53.0	0.015 73
07-16 ~ 09-20 种子发育期	244	机械损失	2	0.8				
		鼠害	1	0.4				
		小计	3	1.2	98.8	47.6	52.4	0.003 57
09-21 ~ 11-23 球果木质化期	241	虫害 Dp						
		小计	0	0	100.0	47.6	52.4	0.000 00
		败育	45	9.8				0.044 70
总计		虫害	125	27.2				0.137 70
		机械损失	40	8.7				0.039 50
		冻害	8	1.7				0.007 62
		鼠害	1	0.2				0.000 95
		小计	174	72.6				0.185 67

注: S——球果花蝇, R——球果瘿蚊, P——华山松球蚜, Dr——微红梢斑螟, Dy——云南松梢斑螟, Dp——松果梢斑螟; “+”表示有 2 种或多种害虫同期危害,下同。

从表中可以看出,2002年1年生华山松球果的死亡率达43.9%,2年生球果的死亡率(=死亡的2年生球果/2年生球果基数 $\times 100\%$)为6.6%。华山松球果从雌球花到球果发育成熟的整个过程中,死亡情况较为严重,累计死亡率达47.6%。造成华山松球果干枯脱落的因素主要有败育、虫害、机械损失、冻害和鼠害,但发生时期不尽相同,而且各个因子作用强度也有差异。

2.3 华山松球果损失

由于多种死亡因子的影响,华山松球果在不同阶段均有球果损失,但在不同发育时期,球果的死亡率存在差异,整个发育过程中,死亡率最高的阶段为2002年7月25日至9月16日,达到18.0%,最低阶段在2003年1月20日至3月24日。自雌球花始现起,华山松经历了近2a的发育,球果残存率仅为52.4%。华山松球果的损失主要发生在雌球花和1年生球果的发育过程中,死亡率累计达43.9%,死亡的高峰期发生在7—9月份,此时正值球果花蝇和球果瘿蚊危害结束期,球果花蝇和球果瘿蚊随脱落球果落地化蛹。12月份害虫进入冬眠状态,球果死亡率降到最低。相对1年生球果而言,2年生球果死亡率明显降低,仅为6.6%。球果进入种子发育期后,发育很快,长度和直径迅速增大,抗虫能力明显增强,在发育过程中虽有微红梢斑螟和云南松梢斑螟等害虫危害,但球果并不干枯脱落,因而球果死亡率较低。

2.4 致死因子分析

华山松球果自雌球花到种子成熟的整个发育过程中,每一阶段都有损失。由于致死强度及球果抗性(抗虫害)的不同,损失数量不等,但致死因子基本相同。从导致球果死亡的原因分析,可以归纳为败育、虫害、机械损失、冻害和鼠害5个致死因子。在球果不同的发育阶段,各致死因子的致死作用不同。

2.4.1 败育 败育是由于未授粉和营养不足所致,雌球花无法发育成小球果,最终干瘪死亡。华山松球果败育发生在雌球花发育期,即4月中旬至5月下旬。在球花期,败育是球果致死的主要原因,2002年造成的球果损失率达9.8%。

2.4.2 虫害 虫害贯穿于球果发育的始终。华山松球果整个发育过程中,虫害造成球果的损失率达27.2%。由于种实害虫危害而造成的落果占全部落果的57.1%。

在球果发育的不同阶段,害虫种不同,致死率有差异。雌球花期,造成雌球花死亡的害虫为云南松梢斑螟和华山松球蚜,致死率分别为1.3%、0.2%。危害1年生球果的害虫种类有球果花蝇、球果瘿蚊、华山松球蚜和微红梢斑螟,致死率分别为16.8%、6.9%、0.5%、3.7%。在1年生球果发育过程中,华山松球蚜的危害率虽达21.4%,但并不造成球果脱落,致死率较低。

在2年生球果发育过程中,由于球果膨大,抵抗虫害能力增强,球果死亡率明显下降。华山松球果种子成熟的整个过程中,有微红梢斑螟、华山松球蚜、云南松梢斑螟及松果梢斑螟4种害虫危害,球果死亡率仅为5.0%,由于虫害致死的2年生球果中,微红梢斑螟危害而造成的占53.9%,云南松梢斑螟占46.15%,华山松球蚜和松果梢斑螟虽危害但不造成落果。

整个球果发育阶段,由于虫害这一致死因子造成的落果主要集中在雌球花和1年生球果的发育阶段,此阶段的落果数占全部落果数的51.1%,占全部虫害落果数的89.6%。造成华山松球果脱落的5种害虫中,球果花蝇所造成落果的比例最大,占54.4%,球果瘿蚊占22.4%,微红梢斑螟为18.4%,云南松梢斑螟为10.4%,华山松球蚜为2.4%。松果梢斑螟危害发生在球果木质化期,不造成落果。球果花蝇和球果瘿蚊常混合危害同一球果,比例达25.0%。

2.4.3 冻害 在华山松球果生命表研究过程中,调查样地于2002年12月至翌年1月间,出现了低温($-3\sim-2$),持续时间14d,低温导致球果内的液体低于冰点,幼嫩的球果无法承受较长时间的低温,球果萎蔫枯黄,最终死亡,冻害的致死率为1.7%。

2.4.4 机械损失 机械损失主要是鸟兽践踏、人为破坏、风害及球果间和枝果间相互碰撞、拉扯所造成的球果损失。在样地种子园内,由于管理不善,人为活动频繁,外加山地风力较大,造成了一定程度的落果。2002—2003年,从雌球花到种子成熟整个发育过程中,由于机械损失所造成的球果损失率为8.7%,占全部落果的18.3%。机械损失造成落果主要集中于1年生球果。

2.4.5 鼠害 在林区生活着一种松鼠(*Callosciurus* sp.),对华山松球果有一定的危害。在种子发育成熟后,松鼠以松子为食,造成落果或球果死亡。松鼠

主要危害种子发育基本成熟的 2 年生球果,造成的球果死亡率为 0.2%。在采种基地对 15 477 个球果的调查表明,松鼠危害率为 2.9% (± 0.6552 , $P = 0.05$)。

由于松鼠啃食球果,造成球果表皮破损,为微红梢斑螟成虫产卵提供了便利条件,幼虫孵化后较容易侵入球果内危害。对 611 个鼠害球果(残存部分果鳞和种子)的调查发现,70.9%的鼠害果受微红梢斑螟幼虫危害。

2.5 关键因子分析

关键因子分析用来研究不同发育时期关键的致

死因子及其致死强度,为不同时期防治对象及防治措施时机的确定提供科学依据。根据华山松球果生命表的相关数据整理列出致死力 K 值分析结果如表 4。

从表 4 中可知,在雌球花期,造成球果死亡脱落的主要因子为败育。1 年生球果生长过程中(5 月下旬至 12 月下旬),主要的致死因子是球果花蝇的危害,其次是机械损失,微红梢斑螟的危害并不是主要的致死因子。2 年生球果发育过程中,微红梢斑螟的危害是关键致死因子,其次为云南松梢斑螟的危害。

表 4 2002—2003 年各致死因子致死力 K 值分析

发育时间 (年 月 日)	各致死因子不同阶段致死力 K 值								
	虫害					败育	机械损失	冻害	鼠害
	Dr	Dy	S	R	P				
2002-04-21 ~ 05-20		0.005 70			0.000 95	0.044 71	0.003 79		
05-21 ~ 07-24	0.007 59		0.017 50	0.007 59	0.002 16		0.019 76		
07-25 ~ 09-16	0.007 38		0.054 52	0.019 97			0.004 91		
09-17 ~ 11-20	0.002 98		0.022 90	0.007 50			0.001 49		
2002-11-21 ~ 2003-01-19							0.016 03	0.012 77	
01-20 ~ 03-24									
03-25 ~ 05-10		0.008 50							
05-11 ~ 07-15	0.010 50	0.003 45					0.001 72		
07-16 ~ 09-20							0.003 57		0.001 78
09-21 ~ 11-23									
合计	0.028 45	0.017 65	0.094 92	0.035 06	0.003 11	0.044 71	0.045 98	0.012 77	0.001 78
			0.182 64						

3 小结与讨论

在华山松球果从雌球花到球果木质化完成的整个阶段,有败育、虫害、机械损失、冻害和鼠害 5 种致死因子导致华山松球果的脱落死亡。在 5 个致死因子中,虫害的致死力 (K 值) 最强,这一研究结果与前人对落叶松、油松、杉木、黄山松及青海云杉球果生命表的研究所得结论一致^[4-8],因而控制华山松球果害虫危害是提高华山松种子产量的关键。在 1 年生球果发育阶段,以球果花蝇和球果瘿蚊占主导地位,2 年生球果发育阶段,微红梢斑螟的危害是造成落果的主要原因。因而在害虫防治上,应依据球果不同的发育阶段,有针对性地进行防治。对华山松球果而言,1 年生球果阶段,控制球果花蝇和球果瘿蚊危害是关键,2 年生球果阶段控制微红梢斑螟危害是核心。

参考文献:

[1] Harcourt D G. Crop life tables as a pest management tool[J]. Cana-

da Entomologist, 1970, 102 (2): 950 ~ 955

- [2] Prevost Y H, Laing J E, Haavisto V F. Seasonal damage by insects and squirrels to female reproductive structure of black spruce, *Picea mariana* (Mill.) B. S. P [J]. Canada Entomologist, 1988, 120 (4): 1113 ~ 1121
- [3] Prevost Y H. Seasonal feeding patterns of insects in cones of tamarack, *Larix laricina* (Du Roi) Koch (Pinaceae) [J]. Forest Ecology and Management, 2002, 168 (1): 101 ~ 109
- [4] 温俊宝, 李镇宇, 沈熙环. 油松球果生命表分析及其虫害果品测定 [J]. 北京林业大学学报, 1997, 19 (3): 33 ~ 38
- [5] 袁荣兰, 汤才, 余其龙, 等. 黄山松球果生命表的研究 [J]. 浙江林学院学报, 1996, 13 (4): 427 ~ 434
- [6] 高步衢, 初冬, 王有才, 等. 日本落叶松球果生命表的研究 [J]. 森林病虫害通讯, 1994 (4): 13 ~ 16
- [7] 付文斌, 袁虹, 张元山, 等. 青海云杉球果生命表研究 [J]. 北京林业大学学报, 2000, 22 (5): 73 ~ 77
- [8] 来振良, 徐一忠, 王伟安. 杉木球果生命表的研究 [J]. 浙江林学院学报, 2000, 17 (2): 176 ~ 178
- [9] 赵锦年, 黄辉. 芽梢斑螟幼虫危害特点及其密度估计的研究 [J]. 林业科学, 1997, 33 (3): 247 ~ 251
- [10] 陈梅香. 杉木球果生命表的研究 [J]. 福建林学院学报, 1999, 19 (1): 91 ~ 93